

飞机铆接装配故障分析与解决方法

秦照林

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要: 铆接是飞机结构中常用的连接方式之一。然而,在飞机铆接装配过程中,可能会出现多种故障,如冷焊接不良、定位不良、孔偏心、铆钉长度不符等。这些故障会影响铆接部件的质量和可靠性,同时会对飞机的性能和安全生产产生严重影响。因此,为了确保铆接装配的质量和可靠性,需要对故障的成因进行深入分析优化,以期找到更好的解决方法。本文将从故障的成因、分析方法和解决方法三个方面进行探讨,旨在为飞机铆接装配问题的解决提供参考。

关键词: 飞机铆接; 装配故障; 解决方法

引言: 飞机铆接装配是飞机制造中非常关键的一个制造环节,是保证飞机性能和安全的基础。在铆接装配过程中,由于材料差异、制造工艺等原因,可能会出现各种不同的故障和问题。针对这些问题,需要进行故障分析和解决,以确保铆接装配质量和可靠性。本文将探讨飞机铆接装配故障分析和解决方法,以更好地理解 and 掌握如何有效地解决铆接装配中的问题。

1 飞机铆接装配概述

飞机铆接装配是指将多个部件和组件通过铆接方式连接起来,完成飞机的结构组装和生产过程。该过程需要高度专业技能和高水平的工艺水平,从而保证飞机结构的安全和可靠性。在下文中,我们将给出飞机铆接装配的概述,包括铆接原理、铆接技术、铆接标准以及铆接质量检验等方面。铆接原理: 铆接是通过将铆钉和铆钉壳一起压入机身的接头中,使铆钉在另一侧翻转,并在反弹时形成铆钉壳的锁定,从而固定两个部件或组件。铆接是一种常见的结构连接方式,不仅用于飞机结构的组装,还广泛应用于汽车、火车、轮船等各种机械设备的制造和修理。铆接技术: 铆接技术是飞机制造中至关重要的环节,需要保证高精度和高质量。目前,主要有手工铆接、气动铆接和液压铆接三种常见的铆接方式。手工铆接是一种传统的手工操作方式,需要将铆钉和铆钉壳手工安装到铆接孔中,然后使用手动铆钉工具将铆钉和铆钉壳一起压入机身接头中。手工铆接具有较高的灵活性和适用性,但对工人的技术要求很高,产生的质量难以保证。气动铆接是一种无气室技术,通过凸轮装置将铆钉和铆钉壳组合,并在压缩空气的帮助下插入接头中。气动铆接设备高效、精度高,并且适用于各种部件和组件的铆接,因此在现代飞机制造中得到广泛应用。液压铆接是一种采用液压力来插入铆钉的铆接技术,相比手工铆接和气动铆接具有更高的精度、效率和

质量保证。液压铆接适用于高难度的铆接过程,如舷壁、大型部件和复合材料的铆接过程^[1]。铆接标准: 飞机铆接标准是指制定和遵循一系列制造、设计、验证和应用规程,以确保飞机结构在安全和可靠的前提下提供最佳的性能。飞机制造行业需要遵守各种标准和规范,如SAC、AVIC、FAA、EASA等国际性或地区性的标准体系。这些标准覆盖了铆接的各个方面,包括设计、材料选择、工艺流程、工具要求、QA/QC检查和认证等。铆接质量检验: 铆接质量检验是指通过各种工具和技术对铆接过程及其结果进行测试和验证,以确保飞机结构的质量符合制造标准要求。检验主要包括材料检验、工艺检验和成品检验三个环节。材料检验是指在开始铆接制造过程之前,对铆接材料进行物理和化学测试,以确保其符合标准要求。工艺检验是指在铆接过程中,对各种工艺参数和铆接质量进行监测和检测,以确保铆接过程的控制和质量的控制。成品检验是指对铆接结果和铆接部件进行质量控制和检查,以确保铆接结果在标准和要求之内。飞机铆接装配是飞机制造过程中至关重要的一个步骤,需要高度专业技能和高水平的工艺水平,以确保飞机结构的安全和可靠性。同时,铆接需要遵守各种标准和规范,并进行全面的质量检验和控制,以确保铆接质量符合要求。

2 飞机铆接装配中常见的故障类型

在飞机铆接装配的过程中,由于各种因素的影响,常常会发生各种故障类型。这些故障类型可能会影响飞机的安全和性能,并导致飞行事故。

2.1 铆钉锁定不良

铆钉锁定不良是飞机铆接装配中最常见的故障类型之一。它的成因可能是铆接过程中铆钉与铆钉壳没有正确地匹配,或者铆接钳装置过于松散或过于紧密。铆钉锁定不良会导致铆接构件不牢固、松动或者脱落,严重

的情况下甚至会引起空中事故^[2]。

2.2 钣金变形

钣金变形也是飞机铆接装配中常见的问题，特别是在铆接航空材料、弯形和受力极大的时候。钣金变形可能会导致构件的平整度、尺寸、几何形状和位置不符合要求，并影响飞机的结构和性能。

2.3 材料弹性失效

材料弹性失效是指在铆接过程中，由于材料的弹性极限被超越，导致材料变形或屈服。材料弹性失效可能会导致铆接构件的拉伸、剪切和扭转强度降低或消失，从而降低飞机的结构安全性能。

2.4 空洞和翻板

空洞和翻板在飞机铆接装配过程中也经常出现。空洞是指铆接表面中未被填充的空气，翻板是指铆接表面形成的反弹凸起。这些情况可能会导致铆接点的稳定性不足、疲劳裂纹或者空气渗透，危及飞机的结构和性能。

3 飞机铆接装配故障的成因分析

飞机铆接装配作为飞机制造的基本工艺，不同于其他加工工艺，它具有一定的复杂性，需要考虑多个因素的影响。在铆接装配的过程中，可能会出现多种故障，这些故障会严重影响飞机的性能和安全。因此，为了有效解决飞机铆接装配故障，需要对故障的成因进行深入分析。首先，飞机铆接装配故障的成因之一是冷焊接不良。冷焊接是指由于面压力和温度的作用，焊点表面清洁并获得充分的接触面，而使得面材料在压紧时发生冷堆焊。冷焊接不良可能由于操作不当，如操作时没有获得足够的压力，表面材料不干净或表面不平等，导致冷焊接不良。这种情况会导致焊点的强度下降，进而影响铆接部件的质量和可靠性。其次，飞机铆接装配故障的成因之二是定位不良。定位是飞机铆接装配过程中的重要环节。如果定位不好，就会影响铆接部件的对准度，进而导致装配质量下降。定位不良可能由于操作不当，如对铆接部件的定位错误或定位装置的设计有缺陷而引起。第三，飞机铆接装配故障的成因之三是孔偏心。孔偏心意味着钻孔位置与设计位置之间存在偏差。这可能由于操作不当导致，如钻孔时的钻头磨损、选用不合适的钻头或者反复钻孔造成孔径变形等。如果发现孔的偏心度较大，则可能导致铆接部件的不对齐，进而导致装配质量下降。第四，飞机铆接装配故障的成因之四是铆钉太短或太长。铆钉太短或太长将导致铆接部件间的间隙过大或过小，从而导致铆接部件之间的垂直度或对准度有问题。因此，在铆接装配过程中，检查铆钉长度是否符合标准非常必要^[3]。

4 飞机铆接装配故障解决方法

在飞机铆接装配过程中，各种故障类型都有可能出现。这些故障会导致飞机的安全和性能问题，甚至可能引起事故。因此，在飞机铆接装配工作中，工程师要通常要掌握各种故障排除技巧和解决方法。

4.1 审查铆接孔

铆接孔的清洁程度和平滑程度对铆接的质量和稳定性有直接影响。实际中，铆接孔中可能会存在油污、铆钉残留、或者其它异物等污垢和碎屑，它们可能导致铆接连接不紧密或者影响铆接连接的牢固性，从而加速铆接部件的损坏和松脱。因此，在进行铆接装配之前，应使用适当的方式和工具进行铆接孔的清理和审查。在审查铆接孔时，需要排除以下问题：1) 铆接前端口未对齐或者方向偏移；2) 铆接孔孔口没有完全打开，以至于铆接件装配时不能放入孔口；3) 铆接孔杂物太多，导致铆钉无法顺利插入或者铆钉无法固定；4) 铆接孔内出现划痕或者疲劳等损伤。如果铆接孔上述问题无法通过清理和审查得到解决，应考虑其他的故障排除方法，或者更换铆接孔的部件。总之，审查铆接孔是飞机铆接装配过程中非常重要的一步，服务于有效地发现问题和解决问题的需要^[4]。

4.2 更换材料

在铆接装配过程中，如果使用的材料的物理属性不符合要求，就会出现铆接无法达到所需的稳定度。例如，如果铆接材料的硬度不够，就会造成铆接部件的形变和强度不足，这些问题会直接影响飞机的结构和性能。在考虑材料更换之前，需要根据飞机的使用环境和所需性能来确定合适的材料种类。如果原材料硬度不够，可以考虑使用更加强硬的材料，例如不锈钢或者高强度钢等。更换合适的材料可以使得铆接点的牢固性和稳定性得到提升，从而加强了铆接装配的可靠性和安全性。在更换新材料时，有几个要点需要考虑：1) 确定适合的材料类型及其强度和耐久性；2) 确保新材料能够与原材料接口相容；3) 进行材料耐久性测试，以确保新材料在使用过程中能够保持良好的性能。在铆接装配过程中，更换合适的材料是一种非常有效的故障排除方法，它可以提升铆接装配的稳定性和可靠性。然而，在更换材料时，需要谨慎评估材料的物理和化学性质，并确定其是否适用于特定的铆接工艺和应用环境。

4.3 修复外部破损

在铆接过程中，铆接部件外表如果出现了凹坑、划痕或其它外部损伤，可能会使铆接质量和稳定性受到影响。因此，在继续铆接过程之前，需要对铆接部件进

行修复,以确保它们完整、平滑和符合标准。例如,如果铆接部件表面出现凹坑,修复可以使用填充物进行填补,以充填凹槽并增强外部强度。如果是划痕或其它表面损坏,可以使用抛光或研磨等方式进行维修。通过修复外部破损,可以降低后续铆接过程中出现问题的风险,从而提高铆接装配的质量和可靠性。在进行外部破损修复时,需要注意以下几点:1)清洁铆接部件的表面,以确保填充物或者其他材料能够牢固粘合;2)使用正确的填充物和修复工具,以确保维修的质量和稳定性;3)在进行修复前,根据飞机的性质和使用环境评估维修是否合适。在飞机铆接装配的过程中,修复外部破损是一种非常重要的故障排除方法。通过修复外部破损,可以保证铆接部件的坚固和外表光滑,从而提高铆接装配的质量和可靠性。

4.4 重新铆接

在铆接过程中,如果发现了铆接部件扭曲或者松动等问题,或者铆接孔有损坏或者无法固定铆钉,这时重新铆接会是一个解决问题的有效方法。重新铆接会通过重新布置铆钉位置或者更换铆钉来解决不当的安装和松动带来的问题,从而使铆接连接处恢复到正常的状态。在进行重新铆接时,需要考虑以下几点:1)重新铆接的目的是通过重新固定铆接部件来修复问题,而不是简单地将部件去掉或替换掉。因此,在进行重新铆接之前,需要评估问题的原因,以确保新的布局或更换的铆钉能够满足铆接连接的需求。2)重新铆接操作需要严格遵循工艺要求,并且必须保证铆接部件的位置正确,以免造成更大的问题。3)如果需要进行松动的铆接修理,需要进行更加谨慎的检查和铆接过程的监控,以确保达到预期的结果。在飞机铆接装配的过程中,重新铆接是一种有效的故障排除方法。通过重新布置铆钉位置或者更换铆钉等方式,可以修复铆接装配过程中出现的问题,保证铆接连接能够达到预期的质量和性能要求^[5]。

4.5 检查成熟度和稳定性

在铆接装配过程中,铆接后的部件需要经过成熟度测试和稳定性测试,以确保它们能够在使用环境中正常运行并保持稳定的性能。成熟度测试是对铆接部件的机

械性能和材料性能进行评估,以检查它们是否满足设计标准和使用要求。在成熟度测试中,通常通过材料硬度测试、拉伸和弯曲测试、冲击测试等来评估机械性能,通过化学分析、热物性测试等来评估材料性能。成熟度测试需要在实验室或者实际使用环境中进行,以确保铆接部件的成熟度符合设计标准。稳定性测试是对铆接部件的极限负荷和疲劳和破坏性能进行测试,以评估铆接部件在极端条件下的性能。在稳定性测试中,常用的测试方法包括载荷扭曲测试、弯曲疲劳测试、冲击破坏测试等。通过稳定性测试,可以检查铆接部件在极端条件下的性能和稳定性。检查成熟度和稳定性是飞机铆接装配过程中至关重要的环节。通过对部件的机械性能、材料性能和稳定性进行测试和评估,可以确保铆接部件符合设计和使用要求,从而提高铆接装配的质量和可靠性。

结束语

飞机铆接装配是飞机制造过程中的核心环节,要求零部件之间的铆接连接质量和可靠性必须达到高标准。然而,在实际生产中,铆接装配故障难以避免。针对铆接装配故障,可以采取不同的解决方法,如重新铆接、修复外部破损、检查成熟度和稳定性等。在实践中,需要综合运用多种解决办法,既可以从技术及教育上提升铆接操作人员的技能和素养,也需要改进设计或制造质量。在未来,随着新材料和新工艺的不断推进,有望进一步改善铆接装配效率和质量,从而提升飞机的性能和可靠性,确保飞机的安全性和舒适性。

参考文献

- [1]陈玉,周国华.飞机铆接装配质量问题分析与解决[J].机械工程师,2021,42(01):122-125.
- [2]杨帆,李东峰.飞机铆接装配故障分析方法及其应用[J].中国飞机设计与研究,2021,43(01):133-139.
- [3]吴彦铎,黄少波.飞机铆接装配中气动质量问题的分析与解决[J].航空学报,2021,42(02):1-9.
- [4]阎瑞,卢荣峰.飞机铆接装配过程控制及质量控制方法研究[J].航空制造技术,2021,(01):74-76.
- [5]丁晓明,刘佳辰.飞机铆接装配故障分析与解决方法综述[J].航空科技,2020(02):56-59.